

Avaliação do dispêndio energético e de outros parâmetros fisiológicos em actividades aquáticas de grupo

Barbosa, T.¹

Resumo

O tipo de problemas que subjaz às investigações relativas às actividades aquáticas de grupo são eminentemente orientadas para a praxis do instrutor e/ou dos alunos.

O tipo de questões que são objecto de debate entre a comunidade técnica das actividades aquáticas de grupo gravita em questões como: (i) qual a resposta fisiológica mano a diferentes níveis de imersão?; (ii) quais as respostas fisiológicas do instrutor e do aluno durante a sessão de actividades aquáticas de grupo?; (iii) qual a influência das características antropométricas do praticante na sua *performance*?; (iv) qual a resposta fisiológica do praticante a diferentes variantes do mesmo exercício básico?; (v) qual o efeito do ritmo musical na resposta fisiológica?; (vi) qual o efeito do ritmo musical na resposta cinemática? e; (vii) qual a influência das diferentes posições de mãos/dedos na mecânica dos fluidos?

Assim, foi objectivo deste trabalho efectuar uma revisão descritiva de uma selecção de estudos de cariz quasi-experimental no sentido de analisar o efeito da prática de actividades aquáticas de grupo nas respostas fisiológica e biomecânica agudas.

Palavras Chave — Hidroginástica; consumo calórico; frequência cardíaca; cinemática

¹ Tiago Barbosa - Departamento de Desporto do Instituto Politécnico de Bragança/CIDESD, barbosa@ipb.pt

1 - INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas as actividades aquáticas de grupo (vulgarmente intitulada de “Hidroginástica”) tornaram-se uma das principais actividades físicas no âmbito da prevenção primária (i.e., contexto da melhoria da aptidão física) e terciário (i.e. contexto terapêutico e de reabilitação) da saúde. Diversos grupos de investigação têm vindo a dedicar-se ao estudo do impacto deste tipo de actividade na saúde do praticante. Muitos dos estudos visam compreender os hipotéticos benefícios de carácter fisiológico e biomecânico recorrentemente atribuídos à actividade.

Os estudos de âmbito fisiológico têm tido um destaque particular, já que são tidos como consequência imediata do tipo de exercício, meios e métodos de treino que estão a ser adoptados. Por outro lado, é tido que a resposta fisiológica pode estar relacionada com pressupostos biomecânicos (Barbosa, Marinho, Bragada, Reis & Silva, 2010). Nesse sentido há um crescente interesse no estudo biomecânico, e numa primeira instância cinemático, dos movimentos básicos de Hidroginástica.

Genericamente o tipo de problemas que subjaz a este tipo de investigações são eminentemente orientadas para a praxis do instrutor e/ou dos alunos, pelo que terão repercussões directas na qualidade das sessões ministradas. Com efeito, há um conjunto de questões que são recorrentemente colocadas no plano técnico, as quais se procurou dar uma resposta alicerçada em conhecimento empírico. Desta forma toma-se como matrix axiológica desta abordagem uma prática desportiva baseada na evidência científica, em análogo à “Medicina baseada na evidência”. O tipo de questões que são objecto de debate entre a comunidade técnica das actividades aquáticas de grupo gravita em questões como: (i) qual a resposta fisiológica a diferentes níveis de imersão?; (ii) quais as respostas fisiológicas do instrutor e do aluno durante a sessão de actividades aquáticas de grupo?; (iii) qual a influência das características antropométricas do praticante na sua *performance*?; (iv) qual a resposta fisiológica do praticante a diferentes variantes do mesmo exercício básico?; (v) qual o efeito do ritmo musical na resposta fisiológica?; (vi) qual o efeito do ritmo musical na resposta cinemática? e; (vii) qual a influência das diferentes posições de mãos/dedos na mecânica dos fluidos?

Assim, foi objectivo deste trabalho uma revisão descritiva de uma selecção de estudos de cariz quasi-experimental no sentido de analisar o efeito da prática de actividades aquáticas de grupo na resposta fisiológica e biomecânica agudas.

2 – A PROFUNDIDADE DE IMERSÃO E A INTENSIDADE DE EXERCITAÇÃO

Foi objectivo deste estudo (Barbosa, Garrido & Bragada, 2006) comparar as adaptações fisiológicas agudas de um exercício básico de Hidroginástica realizados a diferentes profundidades (imersão ao nível da articulação coxo-femoral *versus* ao nível do apêndice xifóide).

A amostra foi constituída por catorze sujeito, clinicamente saudáveis e com um nível de actividade física regular. Cada sujeito realizou, um exercício básico de Hidroginástica designado de “Cavalo-Marinho”. Antes e após cada execução de seis minutos do exercício foi avaliada a percepção subjectiva de esforço (RPE) e a lactatemia ([La-]). Antes, durante e após cada execução foi avaliada a frequência cardíaca máxima durante a exercitação (FC-max), a percentagem de frequência cardíaca máxima teórica atingida durante a exercitação (%FC-max), o máximo consumo de oxigénio durante o período de exercitação (máxVO₂) e o dispêndio energético (EE).

A RPE, a FC-máx, a %FC-máx, o máxVO₂ e o EE foram significativamente superiores durante a exercitação em imersão ao nível da coxo-femoral do que ao nível do apêndice xifóide. A [La-] não apresentou diferenças significativas. Assim, as adaptações fisiológicas agudas observadas durante a exercitação em imersão ao nível da articulação coxo-femoral são mais próximas das verificadas no meio terrestre do que à profundidade usualmente adoptada nas sessões de Hidroginástica.

3 – O INSTRUTOR, O PRATICANTE E A INTENSIDADE DE EXERCITAÇÃO

O objectivo deste estudo (Barbosa, Garrido & Bragada, 2007) foi comparar as adaptações fisiológicas ao realizar um exercício básico de Hidroginástica com diferentes níveis de imersão.

Foram estudados dezasseis sujeitos (9 do sexo feminino e 7 do sexo masculino) jovens e clinicamente saudáveis participaram no estudo. Cada sujeito realizou três repetições (em meio terrestre no cais da piscina, imerso pela anca e imerso pelo peito) do exercício

básico “Cavalo-Marinho”. Antes e após cada execução de 6 minutos do exercício foi avaliada a percepção subjectiva de esforço (RPE) e a lactatemia ([La-]). Antes, durante e após cada execução foi avaliada a frequência cardíaca máxima durante a exercitação (FC-max), a percentagem de frequência cardíaca máxima teórica atingida durante a exercitação (%FC-max), o máximo consumo de oxigénio durante o período de exercitação (máxVO₂) e o dispêndio energético (EE).

A RPE foi significativamente superior durante a exercitação imerso pela anca do que em terra ($p < 0.01$) e imerso pelo peito ($p = 0.03$). A FC-max e a %FC-max foram significativamente inferiores ao se exercitar em imersão até ao peito do que no meio terrestre ($p < 0.01$) ou imerso pela anca ($p < 0.01$). O máxVO₂ foi significativamente diferente entre as três condições de exercitação. O valor médio mais reduzido ocorreu na imersão pelo peito, seguido da imersão pela anca e finalmente no cais da piscina. O EE foi significativamente superior no meio terrestre do que imerso pela anca ($p = 0.02$) ou pelo peito ($p < 0.01$). Assim, a resposta fisiológica durante a exercitação com o nível de água pela anca é superior do que a verificada em imersão pelo peito. Mais ainda, a resposta é superior durante a exercitação no cais da piscina, do que em qualquer uma das duas condições de prática no meio aquático.

4 – AS CARACTERÍSTICAS CINEANTROPOMÉTRICAS E A PERFORMANCE DINAMOMÉTRICA

Este estudo (Vila-Chã, Morais & Barbosa 2007) teve como objectivo a comparação das características dinamométricas da corrida aquática, em água profunda, com e sem equipamento auxiliar de flutuação.

A amostra foi constituída por vinte e um sujeitos, todos do sexo masculino, clinicamente saudáveis e com uma média de idades de 24.33 ± 2.78 anos. Todos os indivíduos da amostra efectuaram seis repetições de corrida aquática estacionária, em água profunda, para a avaliação dos parâmetros dinamométricos, durante um período de dez segundos em cada repetição. Foram realizadas três repetições com a utilização de um colete que auxiliava à flutuação e três repetições sem qualquer tipo de material auxiliar de flutuação. Cada sujeito foi conectado a um transdutor de força (Globus, Ergo Meter, Codogné, Itália) através de um cabo fixo a um bloco de partida, na parede testa da piscina de competição, numa das extremidades. A ligação do sujeito aos dispositivos

de registo, foi realizada através de um cabo de aço de reduzidas propriedades elásticas (1.5 m de comprimento) e de um dispositivo de fixação do cabo ao tronco do sujeito, que incluiu um colete abdominal ou um colete de flutuação. Também foi avaliada a massa corporal, a estatura, o índice de massa corporal, a superfície corporal e a força isométrica máxima voluntária dos músculos flexores do antebraço e da mão. Foi registada a curva intracíclica de cada repetição, que apresentou um perfil tetramodal.

Os valores de força propulsiva horizontal máxima foram significativamente superiores no exercício realizado sem colete auxiliar de flutuação, do que com o colete auxiliar de flutuação. A força propulsiva do exercício realizado com material auxiliar de flutuação, esteve associada à massa corporal, à superfície corporal, força isométrica máxima voluntária dos músculos flexores do antebraço sobre o braço e ao índice de massa corporal. A força propulsiva do exercício realizado sem material auxiliar de flutuação, esteve associada à força isométrica máxima voluntária dos músculos flexores do antebraço sobre o braço e com a percentagem de massa gorda. A principal conclusão do estudo foi que a força propulsiva máxima horizontal está significativamente relacionada com características cineantropométricas.

5 – AS VARIANTES DO EXERCÍCIO BÁSICO E A INTENSIDADE DE EXERCITAÇÃO

Foi objectivo do estudo (Costa, Afonso, Bragada, Reis & Barbosa 2008) comparar as adaptações fisiológicas agudas de diversas variantes do mesmo exercício básico de Hidroginástica (acção exclusiva dos membros inferiores, acção simultânea dos membros inferiores e dos membros superiores, acção simultânea dos membros inferiores e dos membros superiores usando halteres flutuantes).

Foram estudados dezasseis sujeitos do sexo feminino, jovens, clinicamente saudáveis e com um nível de actividade física regular. Cada sujeito realizou, um exercício básico de Hidroginástica designado de “Cavalo-Marinheiro”. Antes e após cada execução de 6 minutos do exercício foi avaliada a percepção subjectiva de esforço (RPE) e a lactatemia ([La-]). Antes, durante e após cada execução foi avaliada a frequência cardíaca máxima atingida durante a exercitação (FCmax) e estimada a percentagem de frequência cardíaca máxima teórica atingida durante a exercitação (%FCmax).

A RPE apresentou uma interacção significativa com a condição de exercitação [$F(2, 15) = 146.96$; $P < 0.01$]. Os sujeitos perceberam um aumento significativo da RPE passando da exercitação exclusiva da acção dos membros inferiores, para a exercitação simultânea dos membros inferiores e dos membros superiores, assim como, para a acção a exercitação simultânea dos membros inferiores e dos membros superiores com os halteres. A FCmax [$F(2, 15) = 50.97$; $P < 0.01$] e a %FCmax [$F(2, 15) = 89.58$; $P < 0.01$] apresentaram interacções significativas com as variantes do exercício básico realizadas. O esforço cardíaco foi significativamente inferior ao realizar o exercício básico estudado apenas com acção dos membros inferiores do que nas outras variantes. A [La-] apresentou uma interacção significativas com a condição de exercitação [$F(2, 15) = 83.14$; $P < 0.01$]. O aumento de segmentos em acção e a exercitação com os halteres promoveu incrementos significativos da [La-]. Assim, o incremento do número de segmentos em acção simultânea, assim como, a utilização de halteres flutuantes tendem a aumentar significativamente a resposta fisiológica aguda em Hidroginástica.

6 – O RITMO MUSICAL E A INTENSIDADE DE EXERCITAÇÃO

O objectivo do estudo (Barbosa, Sousa, Silva, Reis, Marinho & Bragada, 2010) foi analisar a relação entre o ritmo musical e a adaptação fisiológica aguda ao executar exercícios básicos de Hidroginástica.

Foram estudados quinze sujeitos do sexo feminino, imersos pelo peito, a realizar o exercício básico “Cavalo-Marinho”. O estudo incluiu a realização de um protocolo intermitente e incremental começando ao ritmo de 90 b.min⁻¹ e aumenta do a cada 6 minutos 15 b.min⁻¹ até aos ou 195 b.min⁻¹ à exaustão. Foi avaliada a percepção subjectiva de esforço (RPE), a frequência cardíaca máxima durante a exercitação (FC-max), a percentagem de frequência cardíaca máxima teórica atingida durante a exercitação (%FC-max) e a lactatemia ([La-]). Foi calculado o ritmo muscular a que se atinge os 4 mmol.l⁻¹ de lactatemia (R4), a RPE@R4, a HR@R4 e a %HRmax@R4.

Verificaram-se relações fortes e significativas entre o ritmo musical e a RPE ($R^2 = 0.85$; $P < 0.01$), a HRmax ($R^2 = 0.66$; $P < 0.01$), a %HRmax ($R^2 = 0.61$; $P < 0.01$) e a [La-] ($R^2 = 0.54$; $P < 0.01$). A R4 foi de 148.13 ± 17.53 b.min⁻¹, a RPE@R4 de 14.53 ± 2.53 , a HR@R4 de 169.33 ± 12.06 b.min⁻¹ e a %HRmax@R4 de $85.53 \pm 5.72\%$. A principal

conclusão foi que o aumento do ritmo musical impõe um aumento da resposta fisiológica aguda. Assim, os instrutores devem seleccionar ritmos musicais de acordo com os propósitos da sessão de actividades aquáticas de grupo que estão a orientar, no sentido de alcançar a zona alvo (i.e., a intensidade de exercitação) desejável.

7 – O RITMO MUSICAL E A TÉCNICA DE EXECUÇÃO

O objectivo destes estudos foi o de analisarem a relação entre o ritmo musical com a cinemática de exercícios básicos de Hidroginástica como sejam o “Cavalo-Marinho” (Oliveira, Teixeira, Costa, Marinho, Silva & Barbosa, 2010), o “Chuto lateral” (Oliveira, Teixeira, Costa, Marinho, Silva & Barbosa, submetido) e o “balanço lateral” (Teixeira, Oliveira, Costa, Marinho, Silva & Barbosa, submetido) quando imerso pelo peito.

A amostra foi constituída por seis instrutoras de Hidroginástica, com pelo menos um ano de experiência, sem qualquer patologia músculo-esquelética nos últimos seis meses e não grávidas. Foram registadas imagens de vídeo de cada exercício básico recorrendo-se a um par de câmaras, proporcionando assim uma dupla projecção do movimento acima e abaixo do nível da água, em cinco cadencias incrementais (120 b.min⁻¹, 135 b.min⁻¹, 150 b.min⁻¹, 165 b.min⁻¹ e 180 b.min⁻¹). As imagens foram posteriormente digitalizadas e processadas num *software* específico (*Ariel Performance Analysis Systems*).

Em todos os estudos o período diminuiu de forma significativa com o aumento do ritmo musical. Em dois dos estudos verificou-se uma manutenção da amplitude dos movimentos segmentares com o aumento do ritmo musical (Oliveira et al., 2010; submetido). Concomitantemente ocorreu um aumento da velocidade segmentar com o aumento do ritmo musical (Oliveira et al., 2010; submetido). Por outro lado, na generalidade dos casos não se verificaram relações significativas entre a velocidade angular e o ritmo musical (Teixeira et al., submetido). Assim, sujeitos com bons níveis de aptidão física tenderão a manter o arco do movimento com o aumento do ritmo musical, o que é alcançado pelo aumento da velocidade segmentar. Todavia, poder-se-á especular e/ou interrogar se no caso de sujeitos com níveis inferiores de aptidão física o padrão de resposta cinemático será o mesmo ou o inverso (i.e., diminuição do arco do

movimento devido à incapacidade de aumentar a velocidade segmentar com o incremento do ritmo imposto).

8 – A POSIÇÃO DA MÃO E DOS DEDOS

O objectivo deste estudo (Marinho, Barbosa, Reis, Kjendlie, Alves, Vilas-Barbosa *et al.*, 2010) foi o de analisar o efeito de diferentes afastamentos dos dedos na produção de força propulsiva com recurso à Dinâmica Computacional de Fluidos. Foi realizada uma TAC de um nadador, mas que é passível de ser considerada como representativa de um praticante de Hidroginástica para o efeito.

A mão foi digitalizada com três posições de dedos distintas: (i) com os dedos juntos (i.e., sem afastamento); (ii) com um ligeiro afastamento entre os dedos (i.e., 0.32 cm) e; (iii) com um elevado afastamento entre os dedos (i.e., 0.64 cm). O tipo de escoamento dos fluidos foi efectuado com um pacote de *software* comercial (*Fluent*®). Foram avaliados os coeficientes de arrasto e de força ascensional nas três condições nos ângulos de ataque de 0°, 15°, 30°, 45°, 60°, 75° e 90°, sendo o ângulo de orientação de 0°.

O modelo com ligeiro afastamento entre os dedos apresentou valores superiores de coeficiente de arrasto do que as restantes condições. O coeficiente de arrasto apresentou os valores mais elevados no ângulo de ataque de 90° nos três modelos de mãos estudados. O gráfico do coeficiente de força ascensional em ordem ao ângulo de ataque, apresentou uma curva sinusoidal. Os valores do coeficiente de força ascensional não apresentaram diferenças acentuadas entre as três condições. Assim, estes resultados tendem a sugerir que a manutenção dos dedos ligeiramente afastados poderá induzir um aumento da força propulsiva gerada, por consequência de um aumento da área propulsiva.

9 – CONCLUSÕES

Em jeito de conclusão e de implicações práticas para o instrutor e para o praticante de actividades aquáticas de grupo: (i) Os alunos devem estar imersos até ao peito; (ii) A aula é mais intensa e “agressiva” do ponto de vista fisiológico para o instrutor do que

para os alunos; (iii) As características antropométricas dos alunos influenciam o seu desempenho; (iv) Os exercícios devem ser realizados com acção simultânea dos membros superiores e dos membros inferiores; Apenas alunos com elevados níveis de aptidão física devem utilizar materiais auxiliares de arrasto; (v) O aumento do ritmo musical, aumenta a intensidade da aula; As linhas orientadoras por diversas organizações devem ser adaptadas à realidade do meio aquático; (vi) O aumento da cadência musical afecta a cinemática dos movimentos básicos e; (vii) A posição dos dedos pode fazer variar a resistência da água; A orientação da mão pode fazer variar a resistência da água.

AGRADECIMENTOS

Parte dos estudos foram financiados pelo Programa de Apoio ao Financiamento no Desporto (PAFID) da Secretaria de Estado do Desporto de Portugal.

A todos os (ex-)alunos e colegas que participaram na consecução dos estudos aqui descritos, sendo de destacar: Georgina Costa, Sandra Afonso, Maria de Fátima Garrido, Catarina Gonçalves, Jorge Morais, Carlos Cunha, Victor Sousa, Georgina Teixeira, Cristiana Oliveira, José A. Bragada (IPB, CIDESD), Mário J. Costa (IPB, CIDESD), Carolina Vila-Chã (IPB, INEB), Daniel A. Marinho (UBI, CIDESD), Vítor M. Reis (UTAD, CIDESD) e António J. Silva (UTAD, CIDESD)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barbosa, T.M., Garrido, M.F. & Bragada J. (2006). Estudo comparativo das adaptações fisiológicas agudas durante a exercício em imersão ao nível do apêndice xifóide e da articulação coxo-femoral. *Motricidade*, 2, 23-31.
- Barbosa, T.M., Garrido, M.F. & Bragada, J. (2007). Physiological adaptations to head-out aquatic exercises with different levels of body immersion. *J Strength Cond Res*, 21, 1255-1259.
- Barbosa, T.M., Marinho, D.A., Bragada, J.A., Reis, V.M. & Silva, A.J. (2009). Physiological assessment of head-out aquatic exercises in healthy subjects: a review. *J Sports Sci Med*, 8, 179-189
- Barbosa, T.M., Sousa, V., Silva, A.J., Reis, V.M., Marinho, D.A. & Bragada, J.A. (2010). Effects of music cadence in the acute physiological adaptations to head-out aquatic exercises. *J Strength Cond Res*, 24, 244-150.
- Costa, G., Afonso, S., Bragada, J.A., Reis, V.M. & Barbosa, T.M. (2008). Estudo comparativo das adaptações fisiológicas agudas durante a execução de três variantes de um exercício básico de Hidroginástica. *Rev Bras Cinen Desemp Hum*, 10, 323-329.
- Marinho, D.A., Barbosa, T.M., Reis, V.M., Kjendlie, P.L., Alves, F.B., Vilas-Boas, J.P., Machado, L., Silva, A.J. & Rouboa, A.I. (2010). Swimming propulsion forces are enhanced by a small finger spread. *J Appl Biomech*, 26, 87-92.